

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. November 2017 (23.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/198370 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056866

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2017 (22.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 109 240.1
19. Mai 2016 (19.05.2016) DE

(71) Anmelder: **HUF HÜLSBECK & FÜRST GMBH & CO.
KG** [DE/DE]; Steeger Straße 17, 42551 Velbert (DE).

(72) Erfinder: **SCHLAG, Otmar**; Auf'm Keller 67, 45149 Es-
sen (DE).

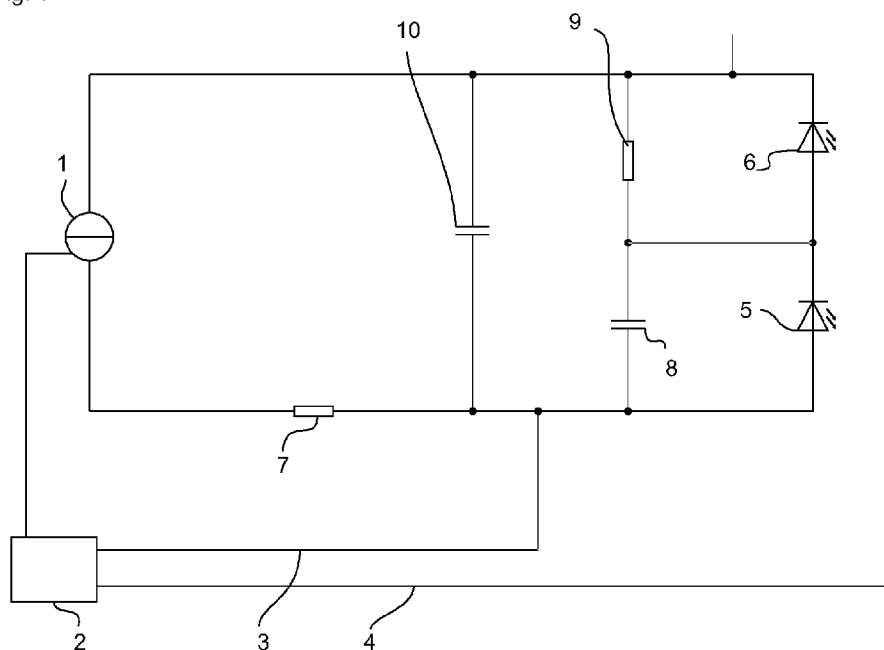
(74) Anwalt: **ZENZ PATENTANWÄLTE PART-
NERSCHAFT MBB**; Rüttenscheider Straße 2, 45128 Es-
sen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: LIGHTING MODULE HAVING FAULT DIAGNOSIS AND ASSOCIATED METHOD

(54) Bezeichnung: BELEUCHTUNGSMODUL MIT FEHLERDIAGNOSE UND ZUGEHÖRIGES VERFAHREN

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a lighting module for a motor vehicle, which has at least a first light-emitting diode (5) and a second light-emitting diode (6), which are connected in series and are coupled to a switchable power supply (1). A control and evaluation device (2) is coupled to the power supply and to the light-emitting diodes in order to switch the power supply on and off and to sense a voltage drop across the light-emitting diodes. A delay capacitor (8) is coupled to the power supply (1) in parallel with the first light-emitting diode (5) and in series with the second light-emitting diode (6). The control and evaluation device (2) activates the power supply and senses a first voltage drop u_1 across the light-emitting diode group after a first duration t_1 , which is shorter than a charging duration of the delay capacitor (8). A second voltage drop u_2 across the light-emitting diode group is sensed after a second duration t_2 , which is longer than a charging duration of the delay capacitor (8). A fault diagnosis of the first and the second light-emitting diodes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

is performed on the basis of the values u1 and u2 and stored comparison values.

(57) Zusammenfassung: Ein Beleuchtungsmodul für ein Kraftfahrzeug, welches wenigstens eine erste (5) und eine zweite Leuchtdiode (6) aufweist, welche in Reihe geschaltet und mit einer schaltbaren Stromversorgung (1) gekoppelt sind. Eine Steuer- und Auswertevorrichtung (2) ist mit der Stromversorgung und den Leuchtdioden gekoppelt, um die Stromversorgung ein- und auszuschalten und einen Spannungsabfall über die Leuchtdioden zu erfassen. Ein Verzögerungskondensator (8) ist parallel zu der ersten Leuchtdiode (5) und in Reihe zu der zweiten Leuchtdiode (6) mit der Stromversorgung (1) gekoppelt. Die Steuer- und Auswertevorrichtung (2) aktiviert die Stromversorgung und erfasst nach einer ersten Zeitdauer t1, welche kürzer als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators (8) ist, einen ersten Spannungsabfall u1 über die Leuchtdioden-Gruppe. Nach einer zweiten Zeitdauer t2, welche länger als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators (8) ist, wird ein zweiter Spannungsabfall u2 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst. Anhand der Werte u1 und u2 und gespeicherter Vergleichswerte wird eine Fehlerdiagnose der ersten und der zweiten Leuchtdiode durchgeführt.

Beleuchtungsmodul mit Fehlerdiagnose und zugehöriges Verfahren

Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungsmodul für Kraftfahrzeuge. Insbesondere betrifft die Erfindung ein
5 Leuchtdioden-Beleuchtungsmodul mit einer Eigendiagnosefähigkeit sowie ein zugehöriges Verfahren.

Beleuchtungsmodule mit einer Mehrzahl von Leuchtdioden (LED) werden an verschiedenen Positionen an Kraftfahrzeugen zur Signalbeleuchtung oder auch Komfortbeleuchtung eingesetzt.
10 Beispielsweise sind Instrumente im Innenraum von Fahrzeugen oder Warneinrichtungen mit hinterleuchteten Displays oder Bedieneinrichtungen ausgestaltet. Dabei werden oft mehrere Leuchtdioden in elektrischer Reihenschaltung eingesetzt. Diese in Reihe geschalteten Leuchtdioden bilden dann eine Leuchtdioden-
15 Gruppe und werden von einer gemeinsamen Stromquelle versorgt, wobei die Leuchtdioden regelmäßig mit einem Konstantstrom betrieben werden.

Die Durchlassspannung beim Betrieb von Leuchtdioden wird insbesondere von der Temperatur und anderen Umgebungsbedingungen
20 sowie natürlich durch die Auswahl der Leuchtdioden bestimmt. Entsprechend kann der Strom durch derartige Leuchtdioden-Gruppen in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen variieren. Eine Diagnose der ordnungsgemäßen Funktion der Leuchtdioden ist regelmäßig nur anhand der Ermittlung eines Spannungsabfalls über
25 den Leuchtdioden möglich. Sinkt angesichts des Betriebs der Leuchtdioden mit einem Konstantstrom jedoch die Betriebsspannung aufgrund der Umgebungsbedingungen, so kann ein Fall eintreten, in dem eine ordnungsgemäße Diagnose nicht mehr möglich ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Diagnosefähigkeit von
30 Beleuchtungsmodulen zu verbessern.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Beleuchtungsmodul mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 7.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Beleuchtungsmodul
35 für ein Kraftfahrzeug zur Verfügung gestellt, welches eine

Leuchtdioden-Gruppe mit wenigstens einer ersten und einer zweiten Leuchtdiode aufweist. Diese Leuchtdioden sind zur Bildung der Leuchtdioden-Gruppe in Reihe geschaltet. Eine schaltbare Stromversorgung ist mit der Leuchtdioden-Gruppe gekoppelt.

Außerdem ist eine Steuer- und Auswertevorrichtung vorgesehen, die sowohl mit der Stromversorgung als auch der Leuchtdioden-Gruppen gekoppelt ist. Diese Steuer- und Auswertevorrichtung ist ausgebildet, um die Stromversorgung ein- und auszuschalten und einen Spannungsabfall über der Leuchtdioden-Gruppe zu erfassen.

Entsprechend sind Spannungsabgriffe vor und hinter der Leuchtdioden-Gruppe vorgesehen, welche einen Spannungsabgriff und damit eine Erfassung des Spannungsabfalls über der Leuchtdioden-Gruppe ermöglichen. Es ist dabei zu beachten, dass die Leuchtdioden-Gruppe zusammen mit weiteren Komponenten einer elektrischen Schaltung angeordnet sein kann. Wesentlich ist, dass der Spannungsabfall die Leuchtdioden-Gruppe derart erfasst, dass eine Ermittlung des gesamten Spannungsabfalls über die Leuchtdioden-Gruppe möglich ist.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in dem Beleuchtungsmodul wenigstens ein Verzögerungskondensator eingesetzt ist, welcher parallel zu der ersten Leuchtdiode und in Reihe zu der zweiten Leuchtdiode mit der Stromversorgung gekoppelt ist. Dieser Verzögerungskondensator dient insbesondere dazu, beim Einschalten der Stromversorgung den Stromfluss durch die erste Leuchtdiode zu verzögern. Der Kondensator weist eine Kapazität auf, die beim Einschalten der Gleichspannung der Stromversorgung für einen gewissen Zeitraum während der Aufladung des Kondensators einen geringen elektrischen Widerstand aufweist und daher einen widerstandsarmen Stromweg parallel zu der ersten Leuchtdiode bietet. Die in Reihe geschaltete zweite Leuchtdiode wird hingegen stromdurchflossen (sofern sie ordnungsgemäß funktioniert).

Im Rahmen dieser Anmeldung spielen die Zeitabläufe beim Laden und Entladen von Kondensatoren eine wesentliche Rolle. Es ist bekannt, dass ein Ladeverhalten eines Kondensators

wesentlich von dessen Kapazität sowie auch von dazu in Reihe geschalteten Widerständen und elektronischen Bauteilen abhängt. Entsprechend können charakteristische Zeiten für den Ladevorgang berechnet werden, wobei eine einfache Beziehung einer

5 Zeitkonstante für das Laden und Entladen in dem Ausdruck $\tau = R \times C$ besteht. Dabei steht R für einen Reihenwiderstand zum Kondensator und C für die Kapazität des Kondensators. Da die Aufladung eines Kondensators gemäß einer Exponentialfunktion erfolgt ergibt sich, dass die am Kondensator abfallende Spannung
10 beim Laden nach dem Verstreichen einer Zeitdauer, welche der einfachen Zeitkonstante τ entspricht, auf etwa 63 % der Endspannung ansteigt, nach 2τ auf etwa 86 %, nach 3τ auf etwa 95 %.

Beim Entladen hingegen fällt die Spannung nach 1τ auf etwa
15 37 % der Ausgangsspannung, nach 2τ auf etwa 13 % und nach 3τ auf etwa 5 % ab. Gemäß dieser theoretischen Betrachtungsweise würde ein Kondensator zwar nie vollständig geladen oder nie vollständig entladen, dies ist in der Praxis jedoch nicht der Fall und für diese Betrachtung unerheblich. Wenn in dieser
20 Anmeldung nämlich von der Ladedauer eines Kondensators die Rede ist, ist damit die technische Aufladung gemäß der dreifachen Zeitkonstante gemeint, also die Dauer, innerhalb derer ein Kondensator zu mindestens 90 % geladen ist. Bei der Entladung ist entsprechend eine Zeitdauer gemeint, bei der ein Kondensator
25 sich auf wenigstens 10 % des vollgeladenen Zustandes entladen hat.

Gemäß der Erfindung ist die Steuer- und Auswertevorrichtung des Beleuchtungsmoduls so ausgebildet, dass sie die Stromversorgung der Leuchtdioden-Gruppe aktiviert und außerdem
30 einen Zeitgeber startet. Nach einer vorgegebenen ersten Zeitdauer t_1 , gemessen von der Einschaltung der Stromversorgung, wird ein Spannungsabfall u_1 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst. Die erste Zeitdauer t_1 ist dabei so bemessen, dass der Verzögerungskondensator innerhalb dieser Zeitdauer noch nicht
35 geladen ist. t_1 ist also insbesondere kleiner als 3τ . Die erste Zeitdauer kann jedoch auch deutlich kürzer als die Ladedauer sein, beispielsweise eine Zeitdauer betragen, die etwa der

einfachen Zeitkonstante τ des Kondensators entspricht, also einen Zeitbereich, innerhalb dessen der Kondensator sich zu etwa 60 % auflädt. Auch noch deutlich niedrigere Ladezustände können die Zeitdauer t_1 bestimmen. Wesentlich ist, dass der Kondensator noch soweit entladen ist, dass die an ihm abfallende Spannung unterhalb der Durchlassspannung der parallel geschalteten ersten Leuchtdiode bleibt und diese innerhalb dieses Zeitraumes durch den Verzögerungskondensator überbrückt wird. Zum Zeitpunkt der ersten Messung wird dann diejenige Spannung erfasst, die im Wesentlichen über die zweite Diode abfällt, da die erste Diode durch den Kondensator überbrückt ist.

Nach einer zweiten Zeitdauer t_2 , gemessen von der Aktivierung der Stromversorgung, wird erneut der Spannungsabfall über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst. Es wird also erfindungsgemäß erneut die Spannung an denselben Spannungsabgriffen erfasst, jedoch nach einer weiteren Verzögerung. Die zweite Zeitdauer t_2 ist so bemessen, dass sie länger als die Ladedauer des Verzögerungskondensators ist. Wie oben beschrieben, bedeutet dies, dass die Ladung des Kondensators weitestgehend abgeschlossen ist, wobei beispielsweise die Zeitdauer t_2 der Zeitkonstante τ oder einem Vielfachen der Zeitkonstante τ der Ladekurve des Kondensators beträgt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Verzögerungskondensator aufgeladen und wirkt angesichts der anliegenden Gleichspannung nichtleitend. Die parallel geschaltete erste Leuchtdiode wird hingegen mit der angewachsenen Spannung, die auch am Kondensator anliegt, versorgt und damit durchlässig.

Die nun erfasste Spannung u_2 stellt also diejenige Spannung dar, die an der Leuchtdioden-Gruppe abfällt, wobei nun beide Leuchtdioden durchlässig (leitend) sind. Auf diese Weise wurde also nach der Zeitdauer t_1 eine Spannung u_1 gemessen, welche der Durchlassspannung der zweiten Leuchtdiode zuzuordnen ist. Nach der Zeitdauer t_2 wird hingegen eine Spannung u_2 gemessen, welche der Reihenschaltung der beiden durchlässigen Leuchtdioden zuzuordnen ist.

Zur Auswertung wird die erste Spannung u_1 in der Steuer- und Auswerteschaltung mit einer erwarteten und gespeicherten

Durchlassspannung der zweiten Leuchtdiode verglichen. Dabei ist zu beachten, dass die Durchlassspannung der zweiten Leuchtdiode durchaus in einem vorgegeben Toleranzbereich liegen kann, da diese abhängig von den Umgebungsbedingungen ist. Ergibt der Vergleich einen Spannungswert u_1 , der innerhalb des erwarteten Durchlassspannungsbereiches der zweiten Leuchtdiode liegt, so wird die ordnungsgemäße Funktion der zweiten Leuchtdiode festgestellt. Die ermittelte Spannung u_2 (bei vollständig geladenem Verzögerungskondensator) wird mit der erwarteten Durchlassspannung der beiden in Reihe geschalteten Leuchtdioden, also der Summe der Durchlassspannung der ersten Leuchtdiode und der zweiten Leuchtdiode, verglichen. Liegt dieser Spannungswert u_2 in dem erwarteten Bereich der Summe der Durchlassspannungen, wird auf eine ordnungsgemäße Funktion beider Leuchtdioden geschlossen.

Der Verzögerungskondensator ermöglicht erfindungsgemäß die Messung einer einzelnen der Leuchtdioden und, zeitlich verzögert, die Messung des Spannungsabfalls an der Reihenschaltung der Leuchtdioden. Durch einen ortsgleichen Spannungsabgriff kann auf diese Weise eine differenzierte Analyse der Fehlerfreiheit der Leuchtdioden ermittelt werden.

Im Rahmen der Erfindung können zusätzlich in dem Beleuchtungsmodul weitere elektronische Bauteile vorgesehen sein. Insbesondere kann z.B. eine Verpolschutzdiode eingebracht werden oder auch ein Überspannungsschutz. Auch Vorwiderstände werden in der Praxis eingesetzt werden. Diese weiteren Komponenten ändern jedoch nichts an der grundsätzlichen Gestaltung des Beleuchtungsmoduls und dem beanspruchten Aufbau. Sofern diese Komponenten in den Spannungsabgriff einbezogen werden, sind sie bei der Auswertung zu berücksichtigen.

Das erfindungsgemäße Verfahren gibt im Wesentlichen die oben beschriebenen Schritte wieder, wobei insbesondere auch eine Vorrichtung gemäß der obigen Darstellung zum Einsatz kommen kann. Es handelt sich um ein Verfahren zum Prüfen von wenigstens zwei Leuchtdioden, welche in Reihe geschaltet sind. Dazu wird ein Verzögerungskondensator parallel zu der ersten Leuchtdiode mit einer Stromversorgung gekoppelt. Der Verzögerungskondensator

ist in Reihe zu der zweiten Leuchtdiode gekoppelt. Dann wird erfindungsgemäß die Stromversorgung aktiviert und eine Zeitdauer t_1 abgewartet, welche kürzer als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators ist. Bei Ablauf der Zeitdauer wird der Spannungsabfall u_1 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst. Sobald
5 eine zweite Zeitdauer t_2 (länger als die Ladedauer des Kondensators), gemessen ab der Aktivierung der Stromversorgung, abgelaufen ist, wird der Spannungsabfall erneut gemessen, wobei ein Spannungsabfall u_2 ermittelt wird. Diese Werte u_1 und u_2
10 werden mit gespeicherten Werten von erwarteten Durchlassspannungen der ersten und zweiten Leuchtdiode verglichen. In Abhängigkeit von diesem Vergleich wird ein Fehlerzustand der ersten und der zweiten Leuchtdiode vorgenommen.

15 Wie oben beschrieben, sollte die erste Spannung u_1 in einem vorgegebenen variablen Wertebereich für Durchlassspannungen der zweiten Leuchtdiode liegen. Die ermittelte Spannung u_2 hingegen sollte in dem vorgegebenen Bereich der akzeptablen Summe von Durchlassspannungen der ersten und zweiten Leuchtdiode liegen.

20 In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Beleuchtungsmoduls wird die Spannung über die Leuchtdioden-Gruppe ein drittes Mal gemessen. Dazu wird jedoch nach Durchführung der zweiten Messung der Spannung u_2 , nach Aufladung des Verzögerungskondensators, die Stromversorgung abgeschaltet
25 (deaktiviert). Nach einer Zeitdauer t_3 nach dieser Deaktivierung wird wiederum der Spannungsabfall über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst, wobei ein Spannungswert u_3 ermittelt wird. Die Zeitdauer t_3 ist dabei kleiner als die Entladedauer des Verzögerungskondensators.

30 Der Verzögerungskondensator ist, wie oben beschrieben, parallel zu der ersten Leuchtdiode geschaltet. Ein Abschalten der Versorgungsspannung führt dazu, dass die Durchlassspannung an der zweiten Leuchtdiode zurückgeht, näherungsweise auf 0 V. Da die Zeitdauer t_3 jedoch kürzer ist als die Entladezeitdauer,
35 hat nach Verstreichen dieser Zeitdauer der Verzögerungskondensator immer noch eine Ladungsmenge gespeichert und weist eine Spannung auf, welche repräsentativ für die

Durchlassspannung der parallel geschalteten ersten Leuchtdiode ist. Im Idealfall entspricht bei zeitlich gelungenem Timing die gemessene Spannung weitgehend der Durchlassspannung der ersten Leuchtdiode im Betrieb. Die Durchlassspannung der ersten
5 Leuchtdiode wird also gleichsam für eine kurze Zeitdauer nach Abschalten der Stromversorgung im parallel geschalteten Kondensator eingefroren und kann verzögert gemessen werden. Zusätzlich zu den erfassten Werten u_1 und u_2 bietet der Wert u_3 also eine Möglichkeit, die Durchlassspannung der ersten
10 Leuchtdiode separat zu messen.

Nach diesem Schema wird also eine zeitgesteuerte Zuschaltung der Stromversorgung und eine verzögerte Messung von zwei Spannungswerten durchgeführt, danach erfolgt eine Abschaltung der Stromversorgung und eine dazu verzögerte Messung eines
15 weiteren Spannungswertes. Aus dieser Menge von Spannungswerten kann eine Diagnose der Betriebszustände der Leuchtdioden durchgeführt werden.

Es ist besonders bevorzugt, wenn der Verzögerungskondensator eine Kapazität zwischen 100 nF und 900 nF aufweist. Eine
20 derartige Bemessung des Verzögerungskondensators ist für die gängigen Leuchtdiodentypen mit Durchlassspannungen im Bereich von einigen Volt (z.B. 3 V bis 5 V) besonders geeignet, da er ein optimiertes Zeitverhalten zur Durchführung des beschriebenen Diagnoseverfahrens bietet.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein zweiter Kondensator als Schutzkondensator parallel zu der Leuchtdioden-Gruppe mit der Stromversorgung gekoppelt. Die Kapazität des zweiten Kondensators ist geringer als die Kapazität des Verzögerungskondensators. Der zweite Kondensator kann
25 beispielsweise als Schutz vor statischen Aufladungen parallel zur Leuchtdioden-Gruppe und damit auch parallel zum Verzögerungskondensator geschaltet sein. Durch die geringere Kapazität wird gewährleistet, dass die Zeitkonstante und damit auch Lade- und Entladevorgänge des zweiten Kondensators rascher
30 ablaufen als beim Verzögerungskondensator. Dies erleichtert die Auswertung in der oben beschriebenen Weise. Es ist besonders bevorzugt, dass die Kapazität des zweiten Kondensators höchstens

1/10 der Kapazität des Verzögerungskondensators beträgt. Auf diese Weise stellt der zweite Kondensator zwar seinen Schutz zur Verfügung, beeinflusst jedoch die Auswertung der Ladevorgänge und Entladevorgänge des Verzögerungskondensators nur

5 geringfügig.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein ohmscher Widerstand parallel zu der zweiten Leuchtdiode mit der Stromversorgung gekoppelt, wobei der ohmsche Widerstand in Reihe mit dem Verzögerungskondensator gekoppelt ist. Diese Gestaltung
10 ermöglicht es, bei einem Ausfall der zweiten Leuchtdiode dennoch eine Stromversorgung der ersten Leuchtdiode zur Verfügung zu stellen.

Die Erfindung wird nun anhand der beiliegend Zeichnung näher erläutert.

15 Figur 1 zeigt eine schematische Schaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 zeigt einen beispielhaften Spannungsverlauf bei fehlerfreien Leuchtdioden;

Figur 3 zeigt den Vergleich verschiedener Signalverläufe mit
20 unterschiedlichen Diodenunterbrechungen;

Figur 4 zeigt den Vergleich mehrere Signalverläufe mit unterschiedlichen Diodenkurzschlüssen.

In Figur 1 ist beispielhaft eine Schaltung zur Bildung eines Beleuchtungsmoduls gemäß einer ersten Ausführungsform der
25 Erfindung gezeigt. Eine Stromquelle 1 ist mit einer Steuer- und Auswertevorrichtung 2 gekoppelt. Die Steuer- und Auswertevorrichtung 2 kann die Stromquelle 1 zur Spannungs- und Stromversorgung der Schaltung aktivieren und deaktivieren. Die Steuer- und Auswertevorrichtung weist außerdem zwei
30 Spannungsabgriffe 3 und 4 auf, über welche ein Spannungsabfall über die Leuchtdioden 5 und 6 gemessen werden kann. Die Steuer- und Auswerteschaltung enthält eine Schaltung, welche zu vorgegebenen Verzögerungszeiten Spannungswerte an den Abgriffen 3 und 4 ausliest.

35 Die Leuchtdioden 5 und 6 sind als Leuchtdioden-Gruppe in Reihe geschaltet und werden über einen Reihenwiderstand 7 stromversorgt. Parallel zu der ersten Leuchtdiode 5 ist ein

Verzögerungskondensator 8 geschaltet. Der Verzögerungskondensator 8 ist in Reihe mit der zweiten Leuchtdiode 6 geschaltet. Außerdem ist ein weiterer ohmscher Widerstand 9 in Reihe zu dem Verzögerungskondensator 8 geschaltet und parallel zu der zweiten Leuchtdiode 6.

Ein Kondensator 10 ist parallel zu der gesamten Leuchtdioden-Gruppe geschaltet und dient dem Schutz vor elektrostatischen Störungen.

Als lediglich beispielhafte Werte kann als Widerstand 7 ein Widerstand von lediglich einigen Ohm, beispielsweise 18 Ω eingesetzt werden. Der Schutzkondensator 10 kann beispielsweise mit einem Kondensator einer Kapazität von 10 nF realisiert werden. Der Verzögerungskondensator 8 weist eine größere Kapazität als der Schutzkondensator 10 auf, er kann z.B. eine Kapazität von 470 nF aufweisen. Der Widerstand 9 kann mit 1 kOhm bemessen werden. Die Stromquelle 1 liefert einen Konstantstrom, abgestimmt auf die eingesetzten Leuchtdioden 5 und 6.

In Figur 2 ist ein Spannungsverlauf gezeigt, der sich bei der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung und bei der Inbetriebnahme des erfindungsgemäßen Sensormoduls zwischen den Abgriffen 3 und 4 zeigt.

Die Steuer- und Auswerteeinrichtung 2 schaltet zum Zeitpunkt $t = 0$ die Stromquelle 1 aktiv. Nach dem eigentlichen Schaltvorgang wird der Kondensator 8 gemäß seiner Kapazität und der anliegenden Spannung aufgeladen, was sich in dem Spannungsanstieg zeigt. In Abhängigkeit von der Kapazität des Kondensators 8 wird eine Zeitspanne t_1 so gewählt, dass eine Spannung u_1 nach Verstreichen der Zeit t_1 ab dem Schaltzeitpunkt der Stromquelle 1 erfasst wird. Dies ist in Figur 2 gezeigt. In diesem Beispiel wird als Zeitspanne t_1 eine Spanne von etwa 10 μs gewählt, was einem frühen Punkt der Ladekurve des Kondensators 8 entspricht. Zu diesem Zeitpunkt hat der Kondensator noch einen geringen Widerstand und Spannungsabfall und überbrückt die erste Leuchtdiode 5. Die Spannung u_1 kann erfasst werden und später mit der Durchlassspannung der zweiten Leuchtdiode 6, welche bereits aktiv ist, verglichen werden. Nach einem Zeitpunkt t_2 ist der Verzögerungskondensator 8 vollständig

aufgeladen und es wird eine Spannung u_2 gemessen. Bei den oben genannten beispielhaften Daten findet diese Messung zum Beispiel nach etwa 300 bis 350 μs statt.

Bereits anhand dieser Messungen kann eine Auswertung
5 vorgenommen werden. Der geladene Kondensator 8 sperrt den Gleichstrom und die Spannung u_2 sollte innerhalb von Toleranzgrenzen den Durchlassspannungen der in Reihe geschalteten Leuchtdioden 5 und 6 entsprechen.

Es ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung jedoch auch
10 möglich, dass die Steuer- und Auswertevorrichtung 2 nach erfolgter Messung zum Zeitpunkt t_2 die Stromversorgung 1 wieder abschaltet und zum Zeitpunkt t_3 (z.B. nach 450 μs bei Abschaltung nach 350 μs) eine dritte Spannung u_3 misst. Nach der Abschaltung entlädt sich der Kondensator 10 innerhalb von 30 bis
15 40 μs und die Durchlassspannung an der zweiten Leuchtdiode 6 geht auf etwa 0 V zurück. Wenn dann zum Zeitpunkt t_3 gemessen wird, ist der Verzögerungskondensator 8 noch nahezu mit der Durchlassspannung der ersten Leuchtdiode 5 geladen und eine Messung kann unter Berücksichtigung des Widerstandes 9 erfolgen,
20 um die Durchlassspannung der ersten Leuchtdiode 5 zu ermitteln. Wesentlich ist, dass der Zeitpunkt t_3 innerhalb einer Zeitspanne nach der Abschaltung der Stromquelle 1 liegt, welche geringer ist als die Entladedauer des Verzögerungskondensators (z.B. geringer als die Zeitkonstante des Kondensators 8 unter
25 Berücksichtigung der Widerstände 7 und 9).

In Figur 3 sind beispielhafte Signalverläufe für mehrere verschiedene Fälle gezeigt. Die Kurve 20 entspricht der Spannungskurve, die bei einer vollständig intakten LED-Gruppe gemessen wird (entspricht also Figur 2). In diesem Fall sind
30 also sowohl die erste Leuchtdiode 5 als auch die zweite Leuchtdiode 6 intakt. Die zu den Zeitpunkten t_1 , t_2 und t_3 gemessenen Spannungswerte stimmen mit den erwarteten Spannungswerten überein.

Die Kurve 21 zeigt einen Fall, bei dem die Schaltung bei der
35 ersten Leuchtdiode 5 unterbrochen ist. Die erste Leuchtdiode 5 ist also defekt und weist eine Unterbrechung auf. Die zweite Leuchtdiode 6 ist hingegen intakt. In diesem Fall wird aufgrund

des fehlenden parallelen Strangs zu dem Verzögerungskondensator 8 der Kondensator stärker aufgeladen als bei einer intakten ersten Leuchtdiode 5. Während zum Zeitpunkt t1 noch ein Messergebnis erzielt wurde, welches die Fehlerfreiheit der zweiten Leuchtdiode 6 anzeigte, ist zum Zeitpunkt t2 die gemessene Spannung oberhalb eines Toleranzwertes für die Summe der Durchlassspannungen der Leuchtdioden 5 und 6. Daraus kann geschlossen werden, dass die erste Leuchtdiode eine Unterbrechung aufweist und die zweite Leuchtdiode intakt ist. Die Spannung zum Zeitpunkt t3 ist ebenfalls oberhalb des tolerablen Bereichs.

Ist hingegen die erste Leuchtdiode 5 intakt und weist die zweite Leuchtdiode 6 eine Unterbrechung auf, zeigt sich ein Spannungsverlauf gemäß der Linie 22. Die Spannung steigt zum Zeitpunkt t1 erheblich steiler an und liegt bereits dort außerdem des tolerablen Bereiches. Zum Zeitpunkt t3 ist die Spannung jedoch wieder in den Normbereich gesunken, so dass ein Rückschluss auf eine Unterbrechung in der zweiten Leuchtdiode 6 getroffen werden kann.

Der Spannungsverlauf 23 zeigt hingegen Unterbrechungen bei beiden Leuchtdioden, die Spannung sinkt zum Zeitpunkt t3 nicht wieder in den erwarteten Bereich ab.

Der Verlauf der Spannungen in Figur 4 zeigt Fehlerfälle, in welchem Kurzschlüsse in den Leuchtdioden auftreten.

Die Kurve 25 zeigt wiederum einen Spannungsverlauf einer intakten Leuchtdiodenanordnung (der Maßstab wurde gegenüber den vorigen Figuren aus Gründen der Übersichtlichkeit verändert).

Der Spannungsverlauf 26 zeigt einen Kurzschluss in der ersten Leuchtdiode 5 an. In diesem Fall kommt es nicht zu einer Aufladung des Kondensators, da parallel zum Kondensator ein Kurzschluss vorliegt. Die Spannung kann entsprechend zum Zeitpunkt t2 nicht auf die erwarteten Spannungswerte steigen. Außerdem ist zum Zeitpunkt t3 die Spannung wesentlich stärker zurückgegangen als bei einem aufgeladenen

Verzögerungskondensator 8 zu erwarten wäre.

Die Spannungsverlauf 27 zeigt eine intakte erste Leuchtdiode 5, jedoch einen Kurzschluss bei der zweiten Leuchtdiode 6. Der

Kondensator wird hier wiederum aufgeladen, jedoch nur auf einen Spannungswert wie etwa in dem Fall des Spannungsverlaufes 26. Allerdings sinkt die Spannung zum Zeitpunkt t_3 wieder auf den erwarteten Bereich. Aus dieser Kombination von Werten kann auf
5 den Kurzschluss in der zweiten Leuchtdiode 6 zurückgeschlossen werden. Die Kurve 28 schließlich zeigt einen Kurzschluss sowohl in der ersten Leuchtdiode 5 als auch der zweiten Leuchtdiode 6.

Anhand dieser Beispiele ist gut zu erkennen, dass die Messung von zwei oder drei Spannungswerten zu vorgegebenen
10 Zeitpunkten, welche auf die verwendeten elektronischen Komponenten abgestimmt sind, eine differenzierte Analyse von Fehlerzuständen in Leuchtdioden vorgenommen werden kann. Es genügt, wenn diese Messungen an einheitlichen Spannungsabgriffen vorgenommen werden, um durch Vergleich mit gespeicherten Werten
15 eine Fehlerdiagnose im Beleuchtungsmodul durchzuführen.

Patentansprüche

1. Beleuchtungsmodul für ein Kraftfahrzeug, wobei das Beleuchtungsmodul eine Leuchtdioden-Gruppe mit wenigstens
5 einer ersten (5) und einer zweiten Leuchtdiode (6) aufweist, welche in Reihe geschaltet sind,
wobei die Leuchtdioden-Gruppe mit einer schaltbaren Stromversorgung (1) gekoppelt ist,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass eine Steuer- und Auswertevorrichtung (2) mit der Stromversorgung und der Leuchtdioden-Gruppe gekoppelt ist, wobei die Steuer- und Auswertevorrichtung ausgebildet ist, um die Stromversorgung ein- und auszuschalten und einen Spannungsabfall über der Leuchtdioden-Gruppe zu erfassen,
15 dass ein Verzögerungskondensator (8) parallel zu der ersten Leuchtdiode (5) und in Reihe zu der zweiten Leuchtdiode (6) mit der Stromversorgung (1) gekoppelt ist,
dass die Steuer- und Auswertevorrichtung (2) derart ausgebildet ist, dass sie die Stromversorgung der
20 Leuchtdioden-Gruppe aktiviert und nach der Aktivierung nach einer ersten Zeitdauer t_1 , welche kürzer als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators (8) ist, einen ersten Spannungsabfall u_1 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst und
nach der Aktivierung der Stromversorgung nach einer
25 zweiten Zeitdauer t_2 , welche länger als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators (8) ist, einen zweiten Spannungsabfall u_2 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst,
anhand der erfassten Werte u_1 und u_2 und gespeicherter Vergleichswerte von erwarteten Durchlassspannungen der ersten
30 und zweiten Leuchtdiode eine Fehlerdiagnose der ersten und der zweiten Leuchtdiode durchführt.

2. Beleuchtungsmodul nach Anspruch 1, wobei die Steuer- und Auswertevorrichtung (2) derart ausgebildet ist,

dass nach Erfassung des zweiten Spannungsabfalls u_2 die Stromversorgung deaktiviert und nach einer dritten Zeitdauer t_3 nach der Deaktivierung, welche kleiner als eine Entladedauer des Verzögerungskondensators (8) ist, einen
5 dritten Spannungsabfall u_3 über die Leuchtdioden-Gruppe erfasst, und

anhand des erfassten Wertes u_3 und gespeicherter Vergleichswerte von erwarteten Durchlassspannungen der ersten Leuchtdiode eine Fehlerdiagnose der ersten Leuchtdiode
10 durchführt.

3. Beleuchtungsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche wobei der Verzögerungskondensator (8) eine Kapazität zwischen 100 nF und 900 nF aufweist.

15

4. Beleuchtungsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein zweiter Kondensator (10) als Schutzkondensator parallel zu der Leuchtdioden-Gruppe mit der Stromversorgung gekoppelt ist, wobei die Kapazität des zweiten
20 Kondensators geringer ist als die Kapazität des Verzögerungskondensators (8).

5. Beleuchtungsmodul nach Anspruch 4, wobei die Kapazität des zweiten Kondensators höchstens ein Zehntel der Kapazität
25 des Verzögerungskondensators beträgt.

6. Beleuchtungsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein ohmscher Widerstand (9) in Reihe mit dem Verzögerungskondensator und parallel zu der zweiten
30 Leuchtdiode mit der Stromversorgung gekoppelt ist.

7. Verfahren zum Prüfen von wenigstens zwei Leuchtdioden einer Beleuchtungseinrichtung, welche wenigstens eine erste und eine zweite Leuchtdiode aufweist, die in Reihe geschaltet
35 sind, aufweisend die Schritte:

Koppeln eines Verzögerungskondensators parallel zu der ersten Leuchtdiode und in Reihe zu der zweiten Leuchtdiode mit einer Stromversorgung,

5 Aktivieren der Stromversorgung und nach Ablauf einer ersten Zeitdauer t_1 nach der Aktivierung, Erfassen eines ersten Spannungsabfalls u_1 über der Leuchtdioden-Gruppe, wobei t_1 kürzer als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators ist,

Erfassen eines zweiten Spannungsabfalls u_2 über der Leuchtdioden-Gruppe nach Ablauf einer zweiten Zeitdauer t_2
10 nach der Aktivierung, wobei t_2 länger als eine Ladedauer des Verzögerungskondensators ist, und

Vergleichen der erfassten Werte u_1 und u_2 mit gespeicherten Werten von erwarteten Durchlassspannungen der ersten und zweiten Leuchtdiode und Ermitteln eines
15 Fehlerzustandes der ersten und der zweiten Leuchtdiode in Abhängigkeit von dem Vergleich.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei nach Erfassung des zweiten Spannungsabfalls u_2 die Stromversorgung deaktiviert
20 wird und

nach einer dritten Zeitdauer t_3 nach der Deaktivierung, welche kleiner als eine Entladedauer des Verzögerungskondensators ist, ein dritter Spannungsabfall u_3 über die Leuchtioden-Gruppe erfasst wird, und

25 anhand des erfassten Wertes u_3 und gespeicherter Vergleichswerte von erwarteten Durchlassspannungen der ersten Leuchtdiode eine Fehlerdiagnose der ersten Leuchtdiode durchgeführt wird.

Fig. 1

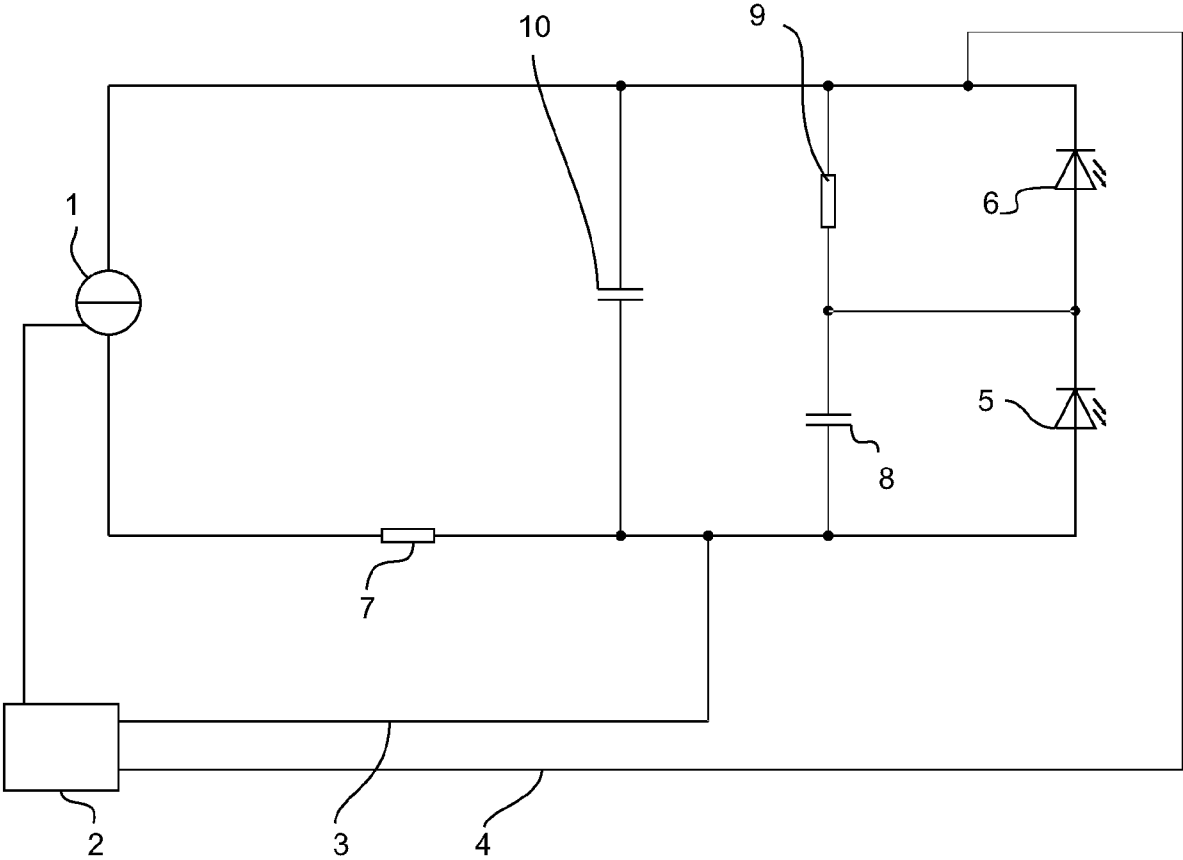


Fig. 2

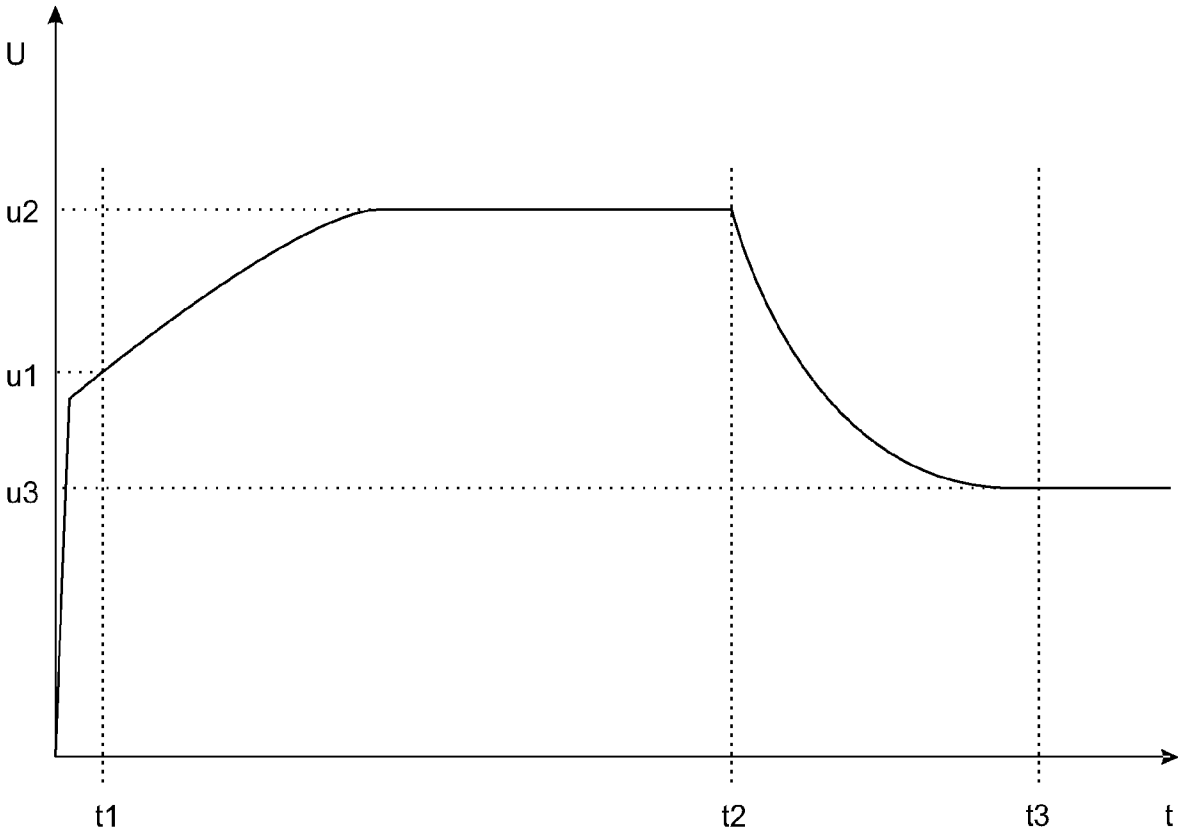


Fig. 3

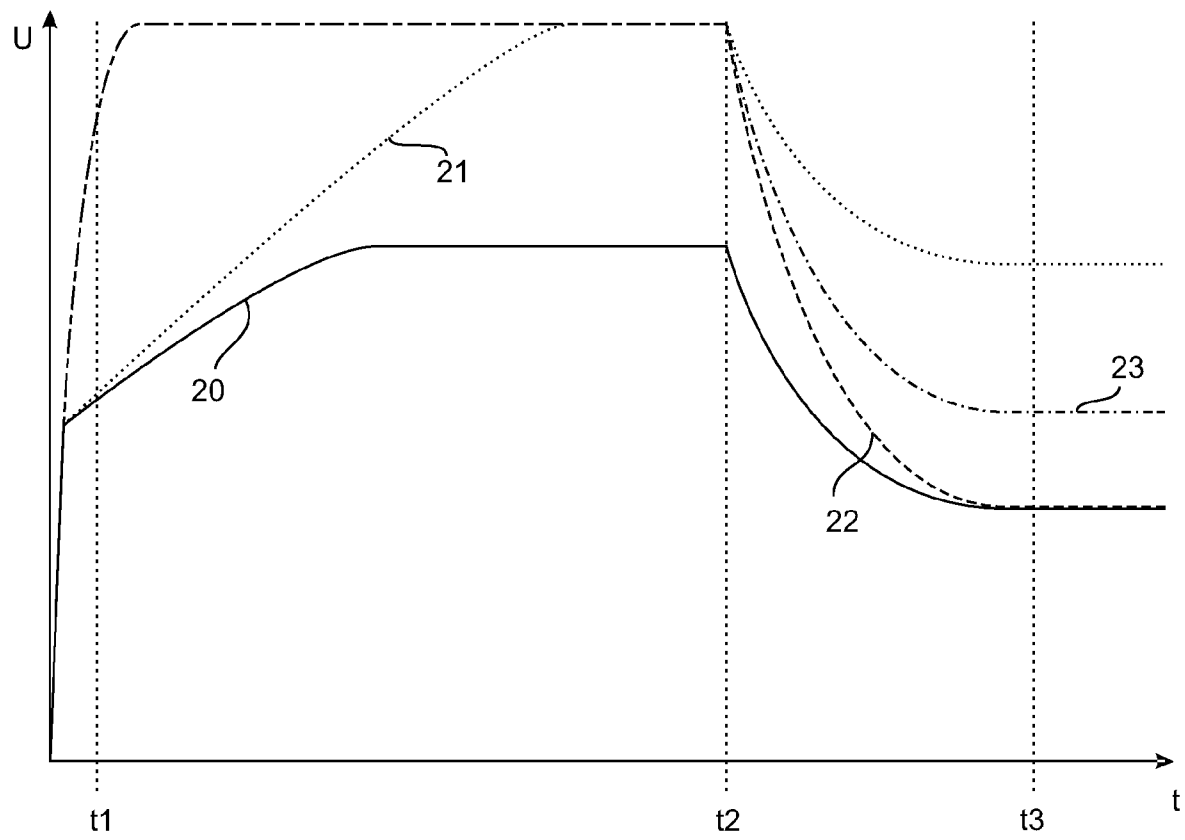
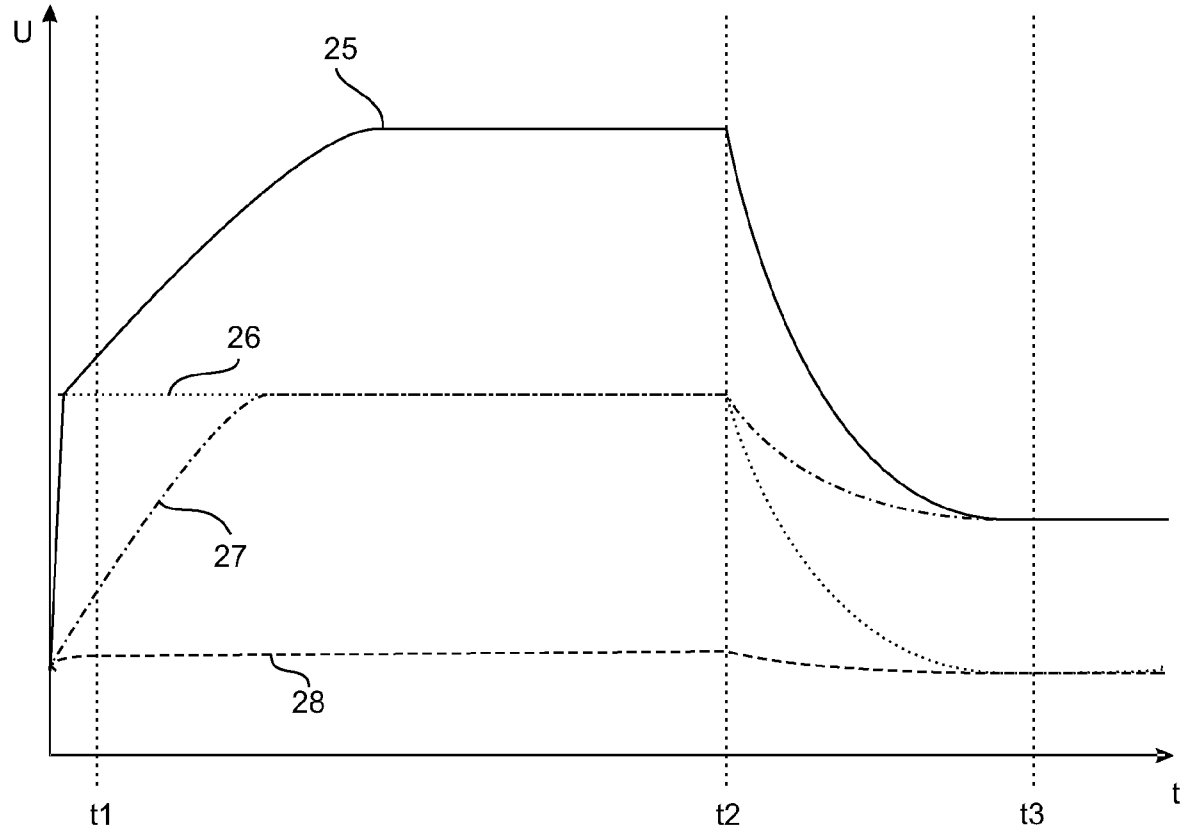


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B33/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 779 791 A1 (POWER RES ELECTRONICS B V [NL]) 17 September 2014 (2014-09-17) paragraph [0015] - paragraph [0037]; figures 2,4	1-8
A	----- WO 2013/102183 A1 (WILLIAMS DONALD V [AU]; DREYFUSS DAVID [US]) 4 July 2013 (2013-07-04) paragraph [0003] - paragraph [0098]; figures 5a,6a,6c	1-8
A	----- US 2010/109570 A1 (WEAVER MATTHEW [US]) 6 May 2010 (2010-05-06) paragraph [0031] - paragraph [0053]; figure 4a	1,7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 June 2017

Date of mailing of the international search report

13/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Henderson, Richard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056866

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2779791	A1	17-09-2014	CN 105052245 A 11-11-2015
		EP 2779791 A1 17-09-2014	
		EP 2974535 A2 20-01-2016	
		RU 2015143233 A 18-04-2017	
		US 2016029451 A1 28-01-2016	
		WO 2014139829 A2 18-09-2014	
WO 2013102183	A1	04-07-2013	AU 2012362180 A1 11-05-2017
		CN 104170530 A 26-11-2014	
		EP 2803247 A1 19-11-2014	
		KR 20140113999 A 25-09-2014	
		US 2015035449 A1 05-02-2015	
		WO 2013102183 A1 04-07-2013	
US 2010109570	A1	06-05-2010	US 2010109570 A1 06-05-2010
		US 2011309757 A1 22-12-2011	
		WO 2010053495 A1 14-05-2010	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H05B33/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 779 791 A1 (POWER RES ELECTRONICS B V [NL]) 17. September 2014 (2014-09-17) Absatz [0015] - Absatz [0037]; Abbildungen 2,4	1-8
A	----- WO 2013/102183 A1 (WILLIAMS DONALD V [AU]; DREYFUSS DAVID [US]) 4. Juli 2013 (2013-07-04) Absatz [0003] - Absatz [0098]; Abbildungen 5a,6a,6c	1-8
A	----- US 2010/109570 A1 (WEAVER MATTHEW [US]) 6. Mai 2010 (2010-05-06) Absatz [0031] - Absatz [0053]; Abbildung 4a	1,7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Henderson, Richard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056866

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2779791	A1	17-09-2014	CN 105052245 A 11-11-2015
			EP 2779791 A1 17-09-2014
			EP 2974535 A2 20-01-2016
			RU 2015143233 A 18-04-2017
			US 2016029451 A1 28-01-2016
			WO 2014139829 A2 18-09-2014

WO 2013102183	A1	04-07-2013	AU 2012362180 A1 11-05-2017
			CN 104170530 A 26-11-2014
			EP 2803247 A1 19-11-2014
			KR 20140113999 A 25-09-2014
			US 2015035449 A1 05-02-2015
			WO 2013102183 A1 04-07-2013

US 2010109570	A1	06-05-2010	US 2010109570 A1 06-05-2010
			US 2011309757 A1 22-12-2011
			WO 2010053495 A1 14-05-2010
